

## 压力容器焊接质量分析及控制

宋帅林 刘洋 张建超 韩羽丰 李鑫武  
郑州锅炉股份有限公司, 河南 郑州 450000

**[摘要]** 在我国的化工领域中对于压力容器的使用频率相对较高, 其是一类较为特别的容器, 有着较高的结构化程度。一般都会在压力以及温度都很高的环境中进行使用。压力容器的使用特征以及结构特征都决定了这一类容器的使用危险系数极高, 压力容器的内部构造之中的物质保存要求以及外部环境原因的影响使得对于这一类压力容器进行焊接的难度极大。在进行压力容器焊接的过程里应当把控好一系列的细节并且使得不同环节的工作配合起来。一般来说如果化工环境是合格的, 焊接的效果是否优秀就决定了压力容器使用的效果和稳定性, 因此针对压力容器的焊接工作控制一定要到位。由于上述原因压力容器在我国属于特种设备, 还有着相应的安全检查制度进行规范, 从而保障对于压力容器的质量监督工作能够在规范、标准的制度管理中实现, 让压力容器的运行使用更加安全。文中就压力容器焊接质量的影响因素进行分析和讨论, 并提出相应措施控制压力容器的焊接质量, 以期对相关工作者提供参考。

**[关键词]** 压力容器; 焊接; 质量控制

DOI: 10.33142/ec.v6i2.7760

中图分类号: TH49

文献标识码: A

### Analysis and Control of Welding Quality of Pressure Vessel

SONG Shualin, LIU Yang, ZHANG Jianchao, HAN Yufeng, LI Xinwu  
Zhengzhou Boiler Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450001, China

**Abstract:** In the field of chemical industry in China, the use of pressure vessels is relatively high. They are a special kind of vessels with a high degree of structure. They are generally used in environments with high pressure and temperature. The use characteristics and structural characteristics of pressure vessels determine that the use risk coefficient of this type of vessels is very high. The material preservation requirements in the internal structure of pressure vessels and the impact of external environmental factors make it extremely difficult to weld this type of pressure vessels. In the process of pressure vessel welding, a series of details should be well controlled and the work of different links should be coordinated. Generally speaking, if the chemical environment is qualified, whether the welding effect is excellent or not determines the effect and stability of the pressure vessel, so the welding work control for the pressure vessel must be in place. For the above reasons, pressure vessels belong to special equipment in China, and there is also a corresponding safety inspection system to regulate, so as to ensure that the quality supervision of pressure vessels can be realized in the system management of specifications and standards, and make the operation and use of pressure vessels safer. This paper analyzes and discusses the factors affecting the welding quality of pressure vessels, and puts forward corresponding measures to control the welding quality of pressure vessels, in order to provide reference for relevant workers.

**Keywords:** pressure vessel; welding; quality control

### 引言

对于压力容器的焊接工作相对来说有着较强的综合性, 需要格外关注的内容比较繁杂, 并且要同时做好不同方面的连接。具体的焊接效果会直接影响到压力容器的使用稳定性。在压力容器运行使用的过程里一般对于功率的要求较高, 而压力容器有着较多的性能参数, 最重要的就在于致密性以及使用强度。而压力容器的致密性以及使用强度受到焊接效果的影响极大, 因此对于压力容器的焊接质量控制还是十分关键的。只要对于压力容器的焊接效果能够达到合格标准, 就可以使得压力容器设备的使用寿命极大程度延长。相应的, 焊接效果不到位的情况下, 就很容易遗留焊接问题, 后续运行使用的过程中就很容易发生漏气或者漏液的情况, 一旦发展不及时就很容易会使得压

力容器出现泄漏进而发生爆炸, 造成极为严重的人员伤亡以经济损失, 生产安全受到重大影响。

### 1 压力容器焊接质量问题以及原因

一般来说, 压力容器焊接的质量问题在广义层面解释是说焊接的时候在接头部位出现的和设计要求以及产品工艺文件不匹配的情况, 也可以被叫做焊接欠缺。导致这一情况发生的原因是多种多样的, 整个焊接的过程里存在着许多人力难以操作的内容, 因此对于焊件而言一部分缺陷是难以彻底规避的。对于焊接工作中出现的质量问题可以依照其部位大致划分为内部问题以及外部问题。内部缺陷包含了熔透、熔合不透彻、出现内部气孔或者裂缝等等, 外部的质量问题就包含了产品焊缝尺寸不达标、咬边、烧穿、表层气孔或者出现纹裂等等情况。实际焊接工作过程

中,人机工作性能、状况和选用材料等都是影响压力容器焊接缺陷的因素,各种各样的因素综合在一起让人们很难把握,不过有过硬的技术作为保障,在规范的焊接工艺流程中,这些缺陷避免的可能性就大。

### 1.1 压力容器焊接常见的内部质量问题

夹渣也就焊接以后存在非金属物体遗留在焊缝区域或者焊缝和坡口侧壁中间存在的一些焊渣,而导致这一情况出现的原因就在于进行焊接的时候焊边缘以及不同的焊缝的清渣不到位、焊条使用角度以及使用方法不合理、电流不足、速度太快或者坡口的设计不规范,都会导致夹渣的情况出现。气孔就是进行焊接的时候由于熔池之后金属部分温度过高而出现的气泡在后续凝固的过程里逸出不够及时,于是就留存在焊缝空穴里。气孔是焊接内部缺陷最常见的缺陷,同时它还是造成焊接后裂纹产生的主要因素。相对来说气泡遗留的原因也是多种多样的,通常都是由于焊接材料不够清洁或者发生受潮、烘干时的温度不当、烘干能量不足导致的,这时候熔池之中冷却的速度太快让气体难以逸出,还有可能是对于焊接部位的保护不当<sup>[1]</sup>。最后没有焊透或者没有熔合会让焊接出现比较严重的质量问题,没有焊透意思是焊接过程里母材金属没有熔化,金属部分没有能够进入到头部之中。没有熔合也就是焊缝部位金属和母材金属中的熔化情况不佳,这两类情况通常会在焊缝的坡口位置出现。

### 1.2 压力容器焊接常见的外部质量问题

在对于压力容器进行焊接中可能会出现的外部质量问题主要就是出现裂纹,发生裂纹会对于该容器的质量造成严重的破坏,裂纹也就是在焊缝、焊缝周边区域合作而压力容器表面出现的各类裂纹。裂纹往往缺口较大并且长宽比较大,这在进行焊接工作的接头里是十分严重的。对于焊接裂纹的出现通常是因为焊接材料不标准、深宽比过大、金属冷却凝固的过快、焊道过于狭窄、工艺使用不恰当等等。咬边则是因为焊接技术使用失误、电流过大、速度过大或者进行焊接的材料和母材的化学成分不匹配导致的,具体表现为焊趾部分的在母材表面一下的一类凹陷或者沟槽。

## 2 加强压力容器焊接质量控制的措施

压力容器是一类比较标准的焊接材料,对于其进行的加工效果不能够仅仅当做是焊接人员以及质量检验人员二者的工作,由于压力容器生产步骤十分繁杂,并且有着许多内部外部因素的影响,比如容器的设计、材料使用、工艺标准、所使用的设备、质量检查方法和人工操作影响都会对于容器的焊接效果受到影响,因此其质量控制措施也应当是全面化的、细致化的。

### 2.1 焊接结构设计

在进行压力容器结构设计的过程中,相应的设计人员需要结合其容器的具体结构、后续应用方向、变形程

度、产品厚度、坡口部位加工容易与否、焊接过程中对于材料使用的情况,要综合上述内容来选择接头方法以及压力容器的整体结构。

### 2.2 从焊接工作者的角度来进行质量控制

在进行压力容器焊接工作中,焊接操作的主体是技术人员。因此从一定程度上而言,工作人员的焊接技术能力很大程度上决定了压力容器的最终焊接效果。如果在进行压力容器焊接的时候,技术人员自身的工作能力和技术水平有限,往往就难以达到焊接的要求。焊接工作者自身需要有着极强的操作能力以及丰富的操作经验,并且有着极强的岗位荣誉感,如此一来就能够使得对于压力容器的焊接质量得以提升。所以需要对于焊接工作者进行管理,鼓励其积极学习提升自己工作能力,并端正自身的工作态度。在开始对于压力容器进行焊接的时以前做好充分的准备工作。要保障相应技术工作者的职责范围清晰明了完整落实,才能够各司其职做好自身的工作。对于这部分内容的实现离不开一定管理制度作为支撑。通过责任监督制度的构建来激励技术人员完成本职工作,认识到自身职业以及岗位的重要性<sup>[2]</sup>。要采取适宜的措施去激励以及提升焊接工作者的专业技术能力,让焊接人员工作态度端正的同时有着更加优秀的专业焊接能力。由于焊接工作有着较强的复杂性,是十分特殊的工作,因此焊接技术人员的培训也需要更加严格和全面,以保障其焊接技术能力满足要求,符合焊接工作的标准。焊接工作者自身也需要加强学习理论层面的焊接知识,并且将学习到的理论知识和自己的工作实践经验巧妙的结合起来,自身需要对于工作开展有着充足的感悟。此外还应当培训之后考核技术人员的学习效果,对于没有达标通关的技术人员要求其再次参加培训,确保技术人员持证上岗具备相应的资质证书。并且有着系统化的焊接理论知识储备以及体系搭建,面对不同的焊接问题才可以灵活应对。

### 2.3 焊接结构的材料选择

在进行压力容器制造过程里往往会涉及到许多类型的材料使用,但基本可以将其划分成为金属性材料或者非金属性材料。而目前的压力容器所使用的所使用的都是金属材料,并且钢材使用较多,一般是碳钢以及合金钢。在确保工作使用性能达到标准的时候,具体的焊接结构设计应当尽可能选用有着较好焊接性能的材料。压力容器钢材使用的焊接效果能够保障压力容器产品足够安全和可靠<sup>[3]</sup>。如碳质量分数小于0.25%的低碳钢和碳当量小于0.4%的低合金钢,这类材料塑性以及冲击韧性十分优秀,并且可焊性极强,可以进行使用。而针对一部分焊接性不佳的钢材,只需要有着相匹配的焊接工艺应用也可以得到质量过关的焊接接头。针对同一类金属材料的焊接,就应当在最初进行材料选择的时候让其基本成分都贴近原本的金属基体。而针对异种金属的焊接就需要充分考虑到焊接性

的差异性。通常来说接头的使用强度不能在焊接钢材里强度比较低的那部分。

#### 2.4 焊接过程的工艺设计

用焊接方法制造、安装、修理、改造压力容器的主要受压元件前,施焊单位需要进行焊接工艺指导书的绘制,同时评价焊接工艺,直到满足国家以及行业要求以后,要进行焊接工艺评定报告的提交,并结合该报告内容以及图样的标准来进行焊接工艺、流程的制订。除去原本的设计规定以外,进行配件焊接的时候不允许强力进行对正。具体焊接装配以及定位的效果需要达到工艺标准以后才可以开展焊接工作,在这一过程里,焊接工作者自身的操作能力会直接决定着焊缝是否标准,所以还应当关注对于焊接工作者个人操作技能的锻炼以及培训,要求其持有相应的从业资格证书和技能合格证书<sup>[4]</sup>。并要求其有着足够的知识储备,掌握不同的焊接工艺对于最终焊接质量的影响,对于焊接质量管理体系、工作制度、工艺文件、施工纪律、质量评定以及焊工管理规则等等知识信息。

#### 2.5 焊后热处理

焊后热处理也就是结束了焊接工作以后针对焊接部位或者使用工件所进行的热处理,通常是为了将焊接之后存在的残余应力尽可能进行消除,还能够改善焊接区的性能负面影响,使得该产品零部件的结构形状以及尺寸更加稳定,而压力容器而言钢热处理的主要方法有着退火、固溶、正火、回火、淬火、低温消除应力、析出热处理等等。

#### 2.6 焊接的质量检验

在进行压力容器焊接的时候,出现一定的焊接质量问题是难以彻底避免的,焊接质量的高效控制离不开焊接过程需要格外检验,其中就包含了原材料质量检验、不同工序之中的质量检验和压力容器设备焊接设备的综合质量检验等等。

针对焊接工作的工序质量检验是整个焊接工作里极为重要的一环,其中又包含了尺寸检验、形状检验和使用材料特性的检验。而材质的质量检验通常是指对于焊接接头的检测。而对于焊接接头的检验就包含了压力容器焊接的图样设计到后续生产里所应用到的各类材料、器具、工艺手法以及最终的产品检验等等。依照工序步骤也能够划分为三个不同的阶段,分别是焊前检验、焊接中的检验以及最终的成品检验<sup>[5]</sup>。依照是否对于产品有损伤可以划分为破坏性检验以及无损检验两种类型。针对产品进行无损检测的方式是多种多样的,但是并不存在任何情况下都可进行检测方式。不同的检测方式往往存在其特殊的局限性。因此相应的技术人员需要依照工况来自行进行无损检测方式选择。

(1) 焊前检验,进行焊接以前的检验的工作包含了技术文件查验(产品图样以及工艺流程)、材料准备是否齐全(焊接使用的焊条和焊丝)、母材金属质量是否达标、毛坯装配以及焊接件边缘的质量检验、焊接工作所使用的设备完善与否还有对于焊接工作者工作能力的检查。

(2) 焊接过程中的检验,其中又包含了焊接工艺使用是否规范、对于焊缝尺寸的查验、夹具以及结构装置性能的检验等等内容。

(3) 焊后成品检验,这部分的检验是整个焊接质量的检验重点内容,同时也是焊件质量评价工作的最后一步。通常来说对于焊接结束后的质量检查工作有着许多方式,一般会使用以下两类:首先是对于其外观的检验,这部分检验一般是通过肉眼观察,查验焊缝区域有无缺陷,产品尺寸有无偏差。也可以使用标准样板、量规或者放大镜等设备去进行辅助检测。其次就是物理方法检验,这一类检测方法在是否对产品有损伤的角度进行划分属于无损检测法,对于设备整体性的质量检测除去一般的外观、尺寸测量,通常只在耐压性测试以及泄露测试之中进行使用。

### 3 结束语

在数十年间我国工业发展程度不断提升,各类工业科学技术层出不穷,这也为我国压力容器的焊接技术创新发展打下了坚实的基础。但相应的压力容器焊接要求也愈发提升,严格程度也越来越高,但总体而言焊接技术的发展创新对于我国压力容器焊接质量有着极为正面的影响,进而使得不同类型得到压力容器焊接工作得以高质量开展。尤其需要注意的是焊接质量的控制工作通常需要有宏观、整体的视角去思考,要协调、配合好不同的工作,让焊接范围尽可能的拓宽,让焊接接头使用效果能够有效提升,使得压力容器运行使用更加安全、稳定。

#### [参考文献]

- [1] 卢振权. 压力容器焊接质量的控制因素分析[J]. 中国设备工程, 2022(2): 94-95.
- [2] 张今越. 化工机械压力容器制造中焊接质量的控制分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(19): 49-51.
- [3] 关宏图. 压力容器焊接质量问题及控制措施分析[J]. 科技创新导报, 2019, 16(10): 93-94.
- [4] 滕明胜. 压力容器的管道焊接技术应用以及质量控制方法分析[J]. 山东工业技术, 2019(1): 10.
- [5] 林思甜, 肖飞. 压力容器制造中焊接实用技术应用分析[J]. 科技风, 2018(32): 158.

作者简介: 宋帅林(1991.10-), 男, 中原工学院, 材料成型及控制工程, 郑州锅炉股份有限公司, (焊接, 热处理方面工作), 助工。